

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ, CHẾ TẠO CỤM VAN ĐÓNG MỜ BƠM Y8-6MA2 SỬ DỤNG TRONG CÔNG TÁC KHOAN DẦU KHÍ

RESEARCH, DESIGN AND MANUFACTURE OPENED AND CLOSED VALVE OF THE PUMP Y8-6MA2 USING IN PETROLIUM DRILLING

TS. Phan Thạch Hồ, PGS, TS. Đào Duy Trung, KS. Nguyễn Văn Bình
KS. Đỗ Thái Cường, ThS. Trần Anh Tuấn
Viện Nghiên cứu Cơ khí, Bộ Công Thương

TÓM TẮT

Phụ tùng máy bơm dùng trong khai thác dầu khí ở nước ta chủ yếu là nhập từ nước ngoài. Giá thành rất đắt, thời gian vận chuyển lâu và không chủ động trong sản xuất. Việc nghiên cứu, thiết kế, chế tạo cụm van đóng mở bơm Y8-6MA2 nhằm đáp ứng yêu cầu trên. Bài báo trình bày tính toán kiểm tra cụm van đóng mở cho bơm Y8-6MA2.

Từ khóa: *Cụm van đóng mở, công nghệ chế tạo, bơm Y8-6MA2.*

ABSTRACT

All spare parts of pump using in petroleum field in our country are imported from developed countries. Its price is very high and time of delivery is very long. We are inactive in manufacturing process. Research, design and manufacture the opened and closed valve of the Y8-6MA2 pump to meet this purpose. The paper presents the testing calculation for opened and closed valve of pump Y8-6MA2.

Keywords: *Opened and closed valve, manufacturing technology, pump Y8-6MA2.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong công nghiệp khai thác dầu khí, máy bơm là thiết bị rất quan trọng. Ở Việt Nam, phần lớn máy bơm khai thác dầu khí đang sử dụng là máy bơm của Nga (Y8-6MA2) đều phải nhập khẩu. Các phụ tùng mau mòn, chống hỏng của nó cần thay thế khi sửa chữa hiện nay trong nước chưa chế tạo được nên cũng phải nhập khẩu với giá thành cao và thời gian chờ đợi lâu, ảnh hưởng tới sản xuất. Vì thế, việc nghiên cứu, thiết kế, chế tạo phụ tùng thay thế

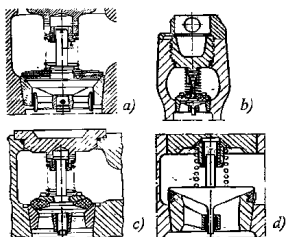
cho loại máy bơm này là rất cấp thiết, đảm bảo kịp thời nhu cầu trong khai thác dầu khí, mang lại hiệu quả kinh tế lớn.

2. MỤC TIÊU

Làm chủ thiết kế và công nghệ chế tạo cụm van đóng mở bơm Y8-6MA2 phục vụ công nghiệp khai thác dầu khí, thay thế hàng nhập khẩu, góp phần nâng cao năng lực ngành cơ khí chế tạo trong nước.

3. CƠ SỞ TÍNH TOÁN THIẾT KẾ

3.1. Phân loại, đặc điểm van dùng trong máy bơm pit-tông



Hình 1. Một số dạng cụm van sử dụng trong bơm pit-tông [5]:

- a) Van áp suất cao; b) Van có áp suất trung bình; c) Van có vòng đệm lắp trên đĩa van; d) Van có vòng đệm lắp trên cổ

a) Theo đặc điểm và hình dạng bộ phận dẫn hướng, gồm: Van có ty dẫn hướng hình chữ thập trên và dưới; Van có ty dẫn hướng trên và dưới (đối với máy bơm áp suất, lưu lượng lớn ít sử dụng vì khả năng định tâm kém, dễ bị kẹt hoặc lệch tâm khi đóng mở van) và van chỉ có ty dẫn hướng trên hoặc dưới.

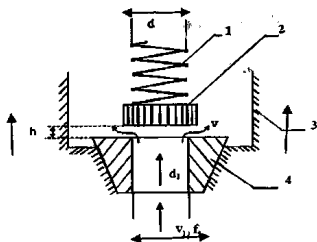
b) Theo cấu tạo bộ phận làm kín với đế van, gồm: Van có bộ làm kín dạng đĩa được gắn với đế van và van có vòng làm kín gắn với đế van.

c) Theo cấu tạo đĩa van, gồm: Đế van không có gân tăng cứng; đế van có một gân tăng cứng ở bộ phận định hướng dưới và đế van có gân đóng vai trò là ổ tựa cho đĩa van.

Trên hình 1, thể hiện nguyên lý kết cấu của van đóng mở dùng cho máy bơm pit-tông [5].

3.2. Nguyên lý làm việc của van đóng mở máy bơm pit-tông

Trong máy bơm pit-tông kiểu Y8-6MA2 có van hút và van đẩy có cùng cấu tạo và dùng để ngăn cách các buồng làm việc của bơm với ống hút và ống đẩy. Khi làm việc, van tự mở dưới tác dụng của áp suất chất lỏng chảy qua và đóng nhờ áp lực của lò xo và trọng lượng đĩa van.



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý làm việc của van đóng mở trong máy bơm pit-tông [5]:

- 1) Lò xo; 2) Đĩa van; 3) Buồng van; 4) Cổ van

Nguyên lý làm việc của van dựa trên lý thuyết sơ đồ ở hình 2: P_b , P , P_d - Áp suất ở ống hút, trong xilanh và ở ống đẩy; G - Trọng lượng của van; R - Sức căng của lò xo; f - Diện tích của đĩa van. Nếu bỏ qua sự chênh lệch diện tích giữa lỗ van và đĩa van và coi R là giá trị không đổi trong quá trình làm việc của máy bơm thì:

$$\text{- Van hút được mở khi: } P_b \cdot f > P \cdot f + G + R \quad (1)$$

$$\text{- Van đẩy được mở khi: } P \cdot f > P_d \cdot f + G + R \quad (2)$$

Trong đó: F - Tiết diện của pit-tông; V - Tốc độ của pit-tông; l - Chu vi của đĩa van; h - Chiều cao nâng của van; C - Tốc độ chất lỏng qua khe hở của đĩa van.

Van được đóng dưới tác dụng của trọng lượng đĩa van G và sức căng của lò xo R. Ta hãy xem xét van làm việc ở trạng thái nâng (hình 2): Khi van nâng lên đến độ cao (h) thì chất lỏng mới bắt đầu đi qua khoảng hở của van, do đó phương trình chiều cao nâng của van (h) với điều kiện dòng chảy đều liên tục có dạng:

$$F.V = \mu.C.l.h; \quad (3)$$

$$h = F.V / \mu.C.l \quad (3)$$

$$V = \omega.r.\sin\alpha \quad (4)$$

Thay (4) vào công thức (3) ta có

$$h_{\max} = \frac{F}{\mu.C.l} \cdot \omega.r.\sin\alpha \quad (5)$$

Từ công thức (5) cho thấy: Nếu coi (μ) và (C) có giá trị không đổi khi van nâng ở những độ cao khác nhau thì (h) phụ thuộc vào (α) và tuân theo quy luật hàm số sin. Giá trị lớn nhất của h đạt được khi $\alpha = 90^\circ$

$$h_{\max} = \frac{F}{\mu.C.l} \cdot \omega.r \quad (6)$$

Lấy đạo hàm bậc nhất chiều cao nâng (h) theo thời gian (t) nhận được tốc độ chuyển động của van (u) như sau:

$$u = dh/dt \quad (7)$$

$$u = \frac{dh}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt} \quad (8)$$

Từ (5); (7) và (8) ta có:

$$u = \frac{F}{\mu.C.l} \cdot \omega^2.r.\cos\alpha \quad (9)$$

Từ biểu thức (9), ta thấy phương trình vận tốc chuyển động của van là một hàm phụ thuộc vào α theo quy luật hàm số cosin.

Tính gia tốc chuyển động của đĩa van (j)

bằng cách lấy đạo hàm bậc nhất của tốc độ đĩa van (u) theo thời gian (t) nhận được phương trình biểu diễn gia tốc (j) của đĩa van:

$$j = \frac{dh}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt} \quad (10)$$

$$j = \frac{F}{\mu.l.C} \cdot \omega^3.r.\sin\alpha \quad (11)$$

Từ công thức (11) cho thấy (j) phụ thuộc vào (α) theo quy luật hàm số sin.

3.3. Phương pháp tính toán các số thông số của van

- Thông số quan trọng nhất là chiều cao nâng lớn nhất của đĩa van (h_{\max} , cm), đảm bảo điều kiện thiết kế là van phải làm việc êm và không có tiếng gõ đập khi đóng van. Sự phát sinh ra tiếng gõ có liên quan mật thiết đến các thông số (h) và (u), mà (u) lại phụ thuộc vào số vòng quay trục khuỷu (n, vg/ph). Theo tác giả công trình [5], để không phát sinh ra tiếng gõ đối với bơm có lưu lượng lớn, phải đảm bảo điều kiện: $n.h_{\max} = 600 : 650$. Từ đó có thể xác định được (h_{\max} , cm).

- Tính toán xác định đường kính đĩa van theo công thức sau:

Từ biểu thức $h_{\max} = \frac{F}{\mu.C.l} \cdot \omega.r$, xác định được: $l = \frac{F \cdot \omega.r}{h_{\max} \cdot \mu.C} \quad (12)$

Trong đó: F, r, ω - Các thông số đã biết ở trên; C - Chọn tùy thuộc vào loại chất lỏng được hút (thông thường lấy $C=4-6$ m/s; đối với bơm cỡ lớn: lấy $C=12-16$ m/s); μ - Hệ số phụ thuộc vào chiều cao nâng và kích thước hình dạng của đĩa van, cũng như loại chất lỏng được bơm, còn (μ) lấy theo bảng 1 dưới đây:

Bảng 1. Hệ số của μ [5]:

h_{max}	0,5	1	1.5	2	3	4	5	6	7
μ	0,91	0,87	0,78	0,73	0,65	0,59	0,56	0,53	0,51
h_{max}	8	9	10	11	12	13	14	15	16
μ	0,5	0,48	0,47	0,45	0,44	0,43	0,42	0,4	0,39

Khi biết được chu vi (l) sẽ tính được đường kính (d):

- Nếu van hình tròn: $d = \frac{l}{\pi}$ (13)

- Nếu van hình vành khăn:

$$d_1 + d_2 = \frac{2l}{\pi} \quad (14)$$

- Tính toán xác định đường kính lỗ van (Φ) theo công thức sau:

$$\phi = d - 2b \quad (15)$$

Trong đó: b - Bề rộng thành tựa (thường chọn b = 2 ÷ 4 mm).

- Tính toán độ cứng của lò xo (Z) theo công thức sau:

$$Z = \frac{R_{max} - R_o}{h_{max}} \quad (16)$$

Ở đây: R_{max} - Sức căng lớn nhất của lò xo khi chiều cao nâng của đĩa van đạt giá trị lớn nhất h_{max} ; R_o - Sức căng của lò xo khi van đóng, chọn: $R_o = 0,8 \div 0,85) \cdot R_{max}$

Trong quá trình làm việc, khi van được mở ra thì lò xo bị nén lại, tức là:

Khi $h \rightarrow h_{max}$ thì $R \rightarrow R_{max}$. Khi đó, lực tác động lên đĩa van cân bằng với động năng chất lỏng:

$$\frac{G + R_{max}}{f \cdot \gamma} = \frac{C^2}{2 \cdot g} \quad (17)$$

Từ đó suy ra: $R_{max} = \frac{C^2}{2 \cdot g} \cdot f \cdot \gamma - G \quad (18)$

Ở đây: G - Trọng lượng đĩa van; f - Diện tích đĩa van; γ - Trọng lượng riêng của dung dịch.

Thay các giá trị vào công thức tính độ cứng (16) ta có:

$$Z = \frac{0.1 + 0.2}{h_{max}} \cdot R_{max} \quad (19)$$

* Đường kính của sợi lò xo (d^*)

Đường kính của sợi lò xo được tính theo công thức sau:

$$d^* = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot R_{max} \cdot r^*}{\pi \cdot [\tau]}} \quad (20)$$

Trong đó:

+ d^* : Đường kính của sợi lò xo;

+ R_{max} : Sức căng lớn nhất của lò xo (kG);

+ r^* : Bán kính của vòng lò xo (cm), r^*

được chọn theo cấu tạo của van;

+ $[\tau]$: Ứng suất cho phép của vật liệu làm

lò xo (kG/cm²).

Với thép $[\tau] = 2000 \div 4500$ (kG/cm²).

* Số vòng của lò xo (i)

Số vòng lò xo được xác định theo công thức:

$$i = \frac{(d^*)^4 \cdot g^*}{64 \cdot Z \cdot (r^*)^3} \quad (21)$$

+ g^* : Mô đun đàn hồi trượt (kG/cm²).

với thép: $g^* = (7,5 \div 8) \cdot 10^5$ (kG/cm²). ☞

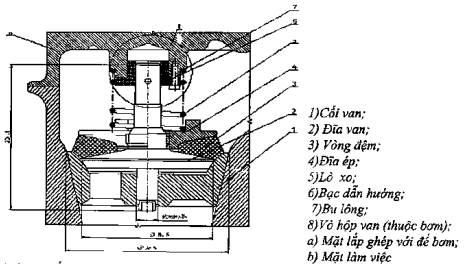
4. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN ÁP DỤNG CHO MÁY BƠM Y8-6MA2

4.1. Thiết kế

- Đề tài đã tiến hành tính toán các thông số thiết kế cơ bản của van trong bơm pit-tông Y8-6MA2 và nhận được kết quả cụ thể như sau:

- + Chiều cao nâng lớn nhất của đĩa van: $h_{max} = 10$ (mm);
- + Chu vi đĩa van: $l = 567$ (mm);
- + Đường kính đĩa van: $d = 62,5$ (mm);
- + Đường kính lỗ van: $\Phi = 145,5$ (mm);
- + Đường kính sợi lò xo: $d^* = 8$ (mm);
- + Số vòng lò xo: $I = 7$ (vòng).

- Khảo sát, nghiên cứu, chọn đưa ra các tính toán kiểm nghiệm và thiết kế cụm van đóng mở bơm Y8-6MA2.

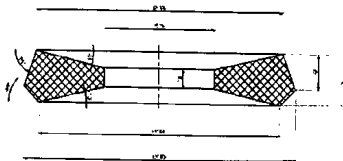


Hình 3. Kết cụm van đóng mở bơm Y8-6MA2:

4.2. Chế tạo

4.2.1. Vòng đệm

Chế tạo bằng cao su CKH-40, thông số (bảng 1).



Hình 4. Kết cấu vòng đệm

Bảng 1. Tính chất cơ học của một số loại NBR:

Loại cao su	Nước sản xuất	Độ bền kéo đứt [MPa]	Dãn dài khi đứt [%]	Dãn dài dư [%]	Độ cứng [Shore A]	Bền xé [kg/cm]	Độ trương [%] *
CKH-18	Liên xô	26,5	550	15	74	57	65
CKH-26	Liên xô	28,5	650	20	76	73	35
CKH-40	Liên xô	31,2	600	22	76	78	15
Buna N	Đức	27,5	550	18	72	59	65
Perbunan	Đức	31,0	625	17	72	62	50
Butapren	Mỹ	26,5	600	20	75	61	47
Butacon	Anh	29,5	650	20	75	60	42
Europren N	Ý	29,0	600	20	72	58	50
Butacril	Pháp	30,5	625	17	70	62	48
Nipol N	Nhật	31,0	650	20	72	65	52

4.2. Cối van và Đĩa van (hình 5, 6)

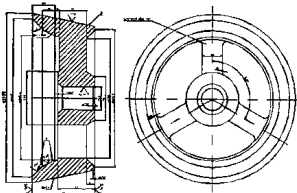
Cối làm bằng thép 40Cr, để chế tạo chi tiết cối van và chi tiết đĩa van (bảng 2,3). Cối van là chi tiết có kết cấu dạng bạc, chọn vật liệu chế tạo là thép đúc 40Cr-TCVN1766-75, có thành phần hóa học và cơ tính như sau:

Bảng 2: Thành phần hóa học vật liệu chế tạo cối van (40Cr):

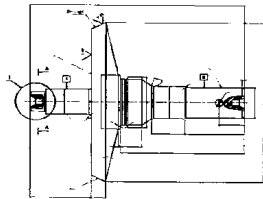
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
0,37-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	≤0,04	≤0,04	≤0,7-1	≤0,3

Bảng 3: Cơ tính của vật liệu chế tạo cối van:

Vật liệu	Giới hạn chảy	Giới hạn bền	Độ dãn dài	Độ thắt	Độ dai va đập	Độ cứng HB
40Cr	N/mm ²	N/mm ²	%	%	J/mm ²	rên
	785	980	9	45	70	ù



Hình 5. Kết cấu Cối van



Hình 6. Kết cấu đĩa van

5. KẾT LUẬN

- Chế tạo thành công cụm van đóng mở với điều kiện gia công tại Việt Nam. Các thông số kỹ thuật phù hợp với yêu cầu của sản xuất.

- Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo thành công cụm van đóng mở bơm Y8-6MA2, trong điều kiện thực tế tại Việt Nam chứng minh rằng: Ngành Cơ khí có thể đảm nhận được việc chế tạo một số phụ tùng có yêu cầu kỹ thuật cao phục vụ ngành Dầu khí nói riêng và các ngành kinh tế khác nói chung. ❖

Ngày nhận bài: 10/02/2017

Ngày phân biện: 16/02/2017

Tài liệu tham khảo:

- [1]. А.І.Косилова ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ, ЗАГОТОВКИ И ПРИПУСКОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ. СПРАВОЧНИК- МОСКВА. “МАШИНОСТРОЕНИЕ”.
- [2]. Н.А.САМОХВА ЛЮВ, М.Я.ЛЕВИЦКИЙ, В.Д.РИГОРАШ СПРАВОЧНИК ТЕХНИКА – КОНСТРУКТОРА Изд а тельство “Техніка” .
- [3]. СБОРНИК ЗАДАЧ И ПРИМЕРОВ РАСЧЕТА ПО Курсу дета лей машин - “машиностроение”
- [4]. В.А.АРШИНОВ, Г.А.АЛЕКСЕЕВ – Резание Металлов и режущий и нструмент - Москва, “машиностроение”.
- [5]. БУРОВН НАСОСН.
- [6], [7], [8]. GS, TS. Nguyễn Đắc Lộc, PGS, TS. Lê Văn Tiến, PGS, TS. Ninh Đức Tôn, PGS, TS. Trần Xuân Việt; *Sổ tay công nghệ chế tạo máy* - tập 1,2,3, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội (2003).